

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra částí a mechanismů strojů

Úprava pásového dopravníku linky umožňující jeho otočení

Adjustment of a Belt Conveyer Line Enabling its Turn

Student: Jan Beněk

Vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. Miloš Němček

Ostrava 2009

okopírované zadání

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh
vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny
použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BENĚK, J. Úprava pásového dopravníku linky umožňující jeho otočení. Ostrava: katedra částí a mechanismů strojů, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 40 s. Bakalářská práce, vedoucí Němček, M.

Bakalářská práce se zabývá 1. Návrhem konstrukcí úpravy pásového dopravníku 80CD, firmy Haberkorn Ulmer s.r.o, tak aby umožňovala jeho řazení do výrobní linky rychlým spojením s navazujícími dopravníky. 2. Konstrukční řešení, které umožní rozpojení dopravníku v lince na jednom jeho konci a umožní dále jeho otočení o 90° okolo otočného bodu, který zůstane v otočném spojení s navazujícím dopravníkem na druhém konci.

ANOTATION OF BACHELOR'S THESIS

BENĚK, J. Adjustment of a Belt Conveyor Line Enabling its Turn. Ostrava : Department of machine parts and mechanisms, Faculty of mechanical engineering, VŠB-Technical university of Ostrava , 2009, 40 s. Bachelor work, headman Němček, M.

Bachelor's thesis deals with 1. Scheme of the constructional adjustment of the belt conveyor 80CD, manufactured by Haberkorn Ulmer s.r.o., which will enable its enqueueing into the production line by connecting it to coherent transport system conveyers. 2. Constructional design, that will enable disconnecting the conveyor from the production line on one end, and its rotation by 90° around the fulcrum, that will stay in a rotary connection with the other coherent transport system conveyor on its other end.

Obsah bakalářské práce:

Seznam použitého značení	7
1. Úvod	8
1.1 Bakalářská práce se zabývá	8
1.2 Změna názvu firmy	8
2. Upravovaný dopravník 80CD	9
2.1 Technický popis dopravníku	10
2.2 Výpočet pásového dopravníku 80 CD	11
2.3 Další výpočty dopravníku	12
3. Konstrukční úpravy dopravníku 80 CD	20
3.1 Technické údaje	20
3.2 Úprava dopravníku umožňující rychlé spojení s navazujícím dopravníkem linky	21
3.3 Úprava umožňující otočení dopravníku	22
3.3.1 <i>Záměna nožek za kolečka</i>	23
3.3.2 <i>Zařízení pro vysunutí dopravníku</i>	23
3.3.3 <i>Zařízení pro vytočení dopravníku</i>	28
3.3.4 <i>Zkombinování posuvu a otáčení</i>	30
3.3.5 <i>Zamezení bočního vychýlení</i>	31
3.3.6 <i>Finální podoba otočného zařízení</i>	33
3.3.7 <i>Rozpojení dopravníku</i>	34
4. Aplikace otočného zařízení na dopravník	35
4.1 Usnadnění manipulace s dopravníkem	36
5. Přehled použitého spojení komponent	37
5.1 Standardní spoj	37
5.2 Spoj pomocí drážkové matice	38
6. Závěr	39
7. Použitá literatura	40

Seznam použitého značení

A	Osová vzdálenost, šířka	[mm]
$B, B_{PÁSU}$	Rozměr dopravníku, šířka pásu	[mm]
d, D	Průměr, vzdálenost	[mm]
C	Rozvor	[mm]
f	Koeficient tření	[-]
F	Zatížení koleček dopravníku	[N]
F_B	Odpor pásu v ohybu pásu na bubnu a v ložiskách	[N]
F_{MAX}	Maximální přenosová schopnost dopravníku	[N]
F_N	Nabíhající síla	[N]
F_{NMAX}	Maximální nabíhající síla	[N]
F_O	Obíhající síla	[N]
F_t	Třecí síla	[N]
g	Gravitační zrychlení	[$m \cdot s^{-2}$]
H_O	Výška ohybu plechu	[mm]
H	Výška dopravníku	[mm]
i	Převodový poměr	[-]
k_b, k_s	Bezpečnost	[-]
$L_{celková}, L_{celková}^*$	Délka pásu	[-]
L_D	Délka dopravníku	[mm]
M_K, M_{KSK}	Krouticí moment	[$N \cdot m$]
m^*	Jednotková hmotnost pásu	[kg / m]
m_p	Hmotnost pásu	[kg]
$m_{p\dot{R}}$	Hmotnost přítěže	[kg / m]
n_B	Otáčky bubnu	[ot/min]
n_{BSEC}	Otáčky bubnu	[ot/s]
n_H	Otáčky motoru	[ot/min]
P	Výkon motoru	[W]
$P_{\dot{R}}$	Příkon dopravníku	[W]
S_f, S_1, S_2, S_3, S^*	Servisní faktor	[-]
T_0, T_1, T_2, T_3	Tah v pásu	[N]
W_K	Modul	[mm^3]
α	Výška sklonu plechu	[°]
β	Sklon dopravníku	[°]
γ, δ	Úhel opásání	[°]
ω_1, ω_2	Úhlová rychlost	[s^{-1}]
τ, τ_{DOV}	Smykové napětí	[MPa]
η_C	Účinnost	[-]

1. Úvod

1.1 Bakalářská práce se zabývá

1. Návrhem konstrukční úpravy pásového dopravníku 80CD, firmy Haberkorn Ulmer s.r.o, tak aby umožňovala jeho řazení do výrobní linky rychlým spojením s navazujícími dopravníky.

2. Konstrukční řešení, které umožní rozpojení dopravníku v lince na jednom jeho konci a umožní dále jeho otočení o 90° okolo otočného bodu, který zůstane v otočném spojení s navazujícím dopravníkem na druhém konci. Toto řešení je nezbytné z důvodu průjezdu vozíky přes dlouhé linky. Spojení musí být snadno a rychle ovladatelné.

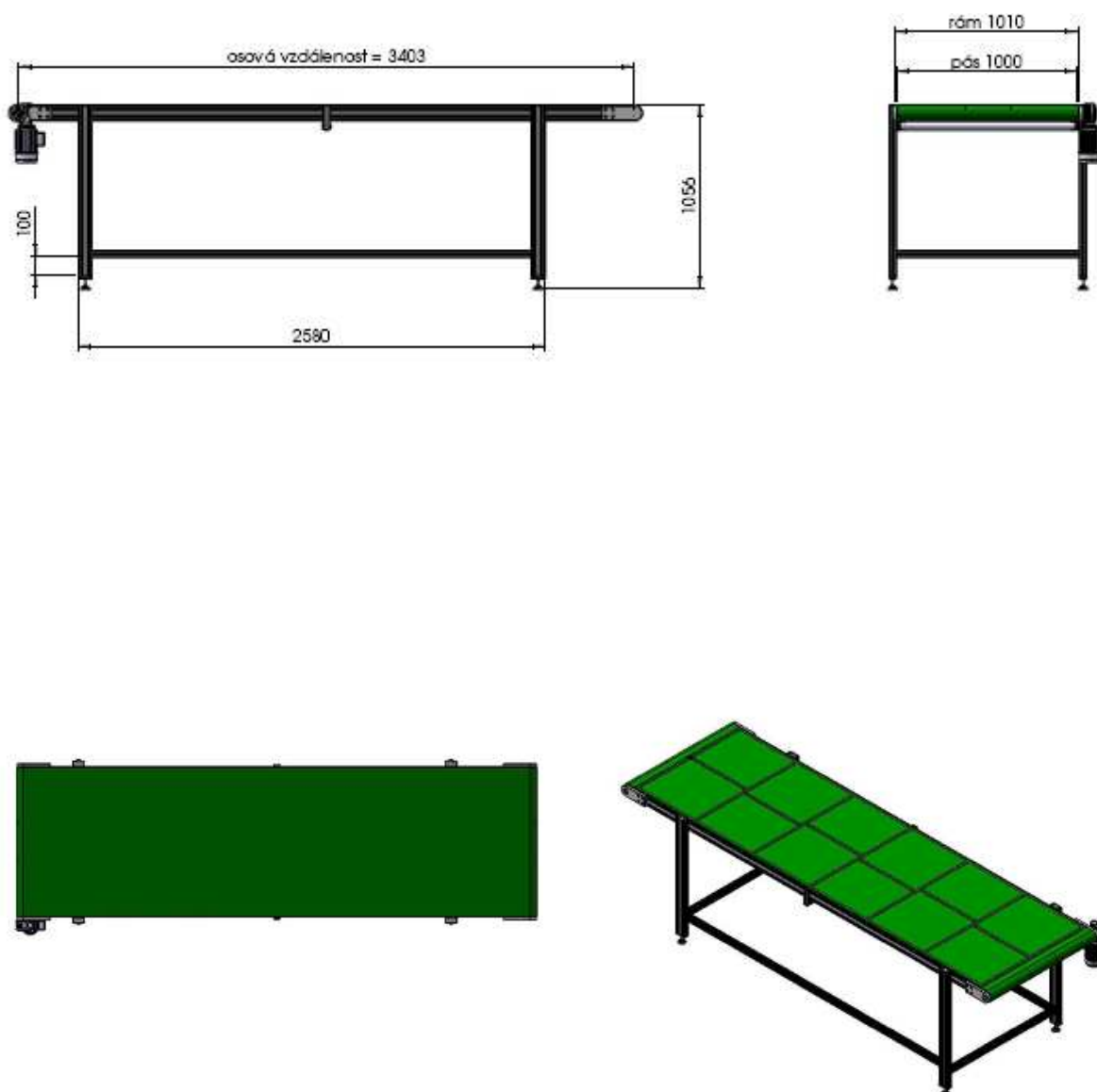
Tyto konstrukční řešení budu řešit pomocí normalizovaných součástí firmy Haberkorn Ulmer s.r.o.

1.2 Změna názvu firmy

Od 1.1.2009 došlo ke změně názvu firmy Ulmer s.r.o na Haberkorn Ulmer s.r.o. Tato změna je odrazem skutečnosti, že se Ulmer s.r.o prostřednictvím své mateřské společnosti stal jež v roce 2003 členem mezinárodního holdingu HABERKORN AG a tímto krokem také posílil svou pozici na lokálním i zahraničním trhu.

2. Upravovaný dopravník 80CD

Kostru dopravníku tvoří profily Item řady 8. Dopravník je sestaven ze standardizovaných dílů (poháněcí a vratné bubny, ložisková tělesa s možností napínání pásu, kompaktní pohonné jednotky převodovka- motor s krytím IP55), jejichž použití umožňuje snadnou montáž, demontáž a údržbu zařízení. Pod horní, dopravní, větev pásu je umístěn nerezový plech tloušťky 1 mm, který podepírá dopravní větev pásu po celé délce s ohledem na nízký koeficient tření.



Obr. 1: Upravovaný dopravník 80CD

2.1 Technický popis dopravníku

Několik důležitých informací o dopravníku typu 80CD.

Technický popis:

Typ pásového dopravníku		80CD
Průměr bubnů	[mm]	84
Šíře bubnů	[mm]	1010
Šíře pásu	[mm]	1000
Celková délka dopravníku	[mm]	3500
Podstavná konzola		Ano
Výška horní hrany dopravníku od podlahy	[mm]	1055
Zakončení podstavy - podstavné prvky		Stavěcí nožky
Typ motoru		3x400V/50Hz
Max. počet zapnutí/vypnutí	[x/hod]	60
Směnnost provozu		3
Převodovka Šneková		Šneková
Poloha pohonné jednotky		Vertikální, dolů.
Vložený převod ozubeným řemenem		Není
Výkon motoru	[kW]	0,18
Maximální zatížení dopravníku	[kg/m]	20
Rychlost pásu při frekvenci 50 Hz	[m/min]	10,1
Regulace rychlosti pásu pomocí FM		Není
Elektrické zapojení motoru včetně revize		Není
Specifikace pásu PU		PU, odolný olejům a ostrým hranám, nekonečný, hladký
Výška bočního hrazení (plechové hrazení)	[mm]	Není
Přídavné stavitelné boční hrazení		Není

Tab. 1: Technický popis dopravníku

2.2 Výpočet pásového dopravníku 80 CD

Vstupní hodnoty dopravníku 80 CD, především hlavní rozměry dopravníku, jsem naměřil přímo na dopravníku, zbylé hodnoty mi byly dodány firmou Haberkorn Ulmer s.r.o.

Vstupní hodnoty

Obvodová rychlost:	v_o	=	10[m/min]
Průměr bubnu:	D	=	84[mm]
Celková délka dopravníku:	L_D	=	3500[mm]
Šířka pásu:	$B_{pásu}$	=	1000[mm]
Sklon dopravníku:	β	=	0[°]
Hmotnost přítěže:	$m_{př}$	=	60[kg]
Vložený převod:	i	=	80C 1:1
Plech pod pás:			
výška ohybu plechu:	H_o	=	0[mm]
výška sklonu plechu:	α	=	0[°]

Servisní faktor:

s1	=	1[-]
s2	=	1[-]
s3	=	1,3[-]
s4	=	1[-]

Dopravníkový pás:

Typ pásu:	Ropanyl EM 8/2 0+02 D.Green M2 AS FG
Dodavatel pásu:	Ammeraal Beltech
Podstavná konzola:	1000[mm]
Podpěrný váleček:	1[ks]

Pohon:

Frekvenční měnič:	Ne
Typ pohonu:	viz.Tabulka 2.Vlastnosti pohonu

Rám:

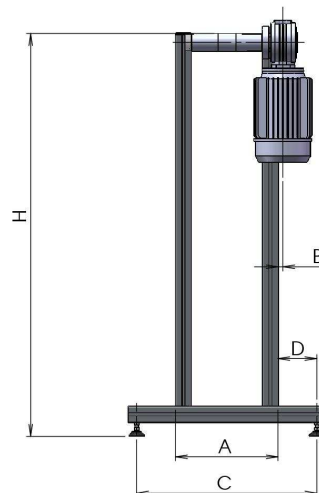
Počet příčných profilů rámu:	7[ks]
Vroubkovat hnací buben:	Ne

Pevnostní výpočet krut 3:

Průměr hřídele:	ϕd	=	18[mm]
Materiál hřídele:			11368
Pevnostní výpočet na krut:	τ	=	25,3251[MPa]

Rozměry dopravníku:

B:	37[mm]
D:	0[mm]
Váha motoru:	7,8[kg]
Váha dopravníku:	50[kg]
Počet nohou:	3[páry]
Podélné profily:	1[řady]
Délka válce:	1010[mm]
Hnaný buben:	1010[mm] C0 0
Hnací buben:	1010[mm] C0 0



Rozsah FM:

Max:	75[Hz]
Min:	20[Hz]
n-vypočtené:	36,59[u/min]
Mk-vypočtený:	15,39[Nm]
v-vypočtená:	10,11[m/min]
P vypočtený:	0,06[kW]

Obr. 2: Rozměry dopravníku

2.3 Další výpočty dopravníku

Úhlová rychlost bubnu

Rychlost pásu $v_o = 10[m/min]$, Průměr bubnu $\phi D = 84[mm]$

Bez uvažování tloušťky pásu

$$v_o = \omega_1 \cdot r \Rightarrow \omega_1 = \frac{v_o}{r} = \frac{v_o \cdot \frac{1}{60}}{0,5 \cdot D} = \frac{10 \cdot \frac{1}{60}}{0,5 \cdot 0,084} = \underline{\underline{3,968[s^{-1}]}} \quad (1)$$

S tloušťkou pásu

Tloušťka pásu $t_p = 1,5[mm]$

$$v_o = \omega_2 \cdot r \Rightarrow \omega_2 = \frac{v_o}{r} = \frac{v_o \cdot \frac{1}{60}}{0,5 \cdot (D + 2 \cdot t_p)} = \frac{10 \cdot \frac{1}{60}}{0,5 \cdot (0,084 + 2 \cdot 0,0015)} = \underline{\underline{3,831[s^{-1}]}} \quad (2)$$

Otáčky bubnu

Úhlová rychlost $\omega_2 = 3,831[s^{-1}]$, Obvodová rychlost pásu $v_o = 10[m/min]$, Průměr bubnu $\phi D = 84[mm]$

Otáčky za sekundu

$$n_{Bsec} = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{3,831}{2 \cdot \pi} = \underline{\underline{0,610[1/s]}} \quad (3)$$

Otáčky za minutu

$$n_B = n_{B_{\text{sec}}} \cdot 60 = 0,610 \cdot 60 = \underline{\underline{36,6[\text{ot} / \text{min}]}} \quad (4)$$

Pás

Sklon dopravníku $\beta = 0^\circ$

Osová vzdálenost

$$A = L_D - \phi D - 2 \cdot t_p = 3500 - 84 - 2 \cdot 1,5 = \underline{\underline{3413[\text{mm}]}} \quad (5)$$

Vnitřní délka pásu

$$L_{\text{celková}}^* = 2 \cdot A + D \cdot \pi = 2 \cdot 3413 + 84 \cdot \pi = \underline{\underline{7091[\text{mm}]}} \quad (6)$$

Volím délku pásu dle katalogu výrobce $L_{\text{celková}} = \underline{\underline{7105[\text{mm}]}}$

Plocha pásu

$$S_{\text{pásu}} = L_{\text{celková}} \cdot B_{\text{pásu}} \cdot 10^{-6} = 7105 \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{7,11[\text{m}^2]}} \quad (7)$$

Prodloužení pásu

$$\Delta L = 0,3\% \cdot L_{\text{celková}} = 0,3 \cdot 71,05 = \underline{\underline{21,315[\text{mm}]}} \quad (8)$$

Hmotnost pásu

hmotnost pásu $m^* = \underline{\underline{1,4[\text{kg} / \text{m}^2]}}$ (Tab. 4: Vlastnosti pásu)

$$m_p = S_{\text{pásu}} \cdot m^* = 7,11 \cdot 1,4 = \underline{\underline{9,95[\text{kg}]}} \quad (9)$$

Třecí síla

Hmotnost břemene na pásu $m_B = \max 20 \text{ kg} / \text{m}$ pro tento případ, součinitel tření - kluzná podložka s povrchovou úpravou $f=0,20$ (Tab. 4. Vlastnosti pásu)

$$Ft = (m_p + m_B \cdot A) \cdot f \cdot g = (9,95 + 20 \cdot 3,413) \cdot 0,2 \cdot 9,81 = \underline{\underline{153,45[\text{N}]}} \quad (10)$$

Potřebný výkon při rovnoměrném pohybu vodorovného pásu

$$P = (Ft \cdot \cos \alpha + Ft \cdot \sin \alpha) \cdot \frac{v_0}{60} = (153,45 \cdot \cos 0^\circ + 153,45 \cdot \sin 0^\circ) \cdot \frac{10}{60} = \underline{\underline{25,575[\text{W}]}} \quad (11)$$

Volím motor LENZE Z28558 (Tab. 3 : Vlastnosti pohonu)

Převodovka

Otáčky motoru $n_H = 37[1 / \text{min}]$, vlastní převod $i = 1$

Kontrola obvodové rychlosti

$$v_o^* = \pi(\phi D + 2 \cdot t_p) \cdot 0,001 \cdot n_H \cdot i = \pi(84 + 2 \cdot 1,5) 0,001 \cdot 37 \cdot 1 = \underline{\underline{10,11 [1/\text{min}]}} \quad (12)$$

Rychlost pásu $v_o^* = 10,11 [1/\text{min}]$, obvodová rychlost $v_o = 10 [1/\text{min}]$

$$\Delta_v = v_o^* - v_o = 10,11 - 10 = \underline{\underline{0,11 [1/\text{min}]}} \quad (13)$$

Rozdíl je nepatrný, proto kontrola obvodové rychlosti vyhovuje.

Servisní faktor

Vypočtený servisní faktor se pouze kontroluje se servisním faktorem uvedeným v katalogu u příslušného pohonu. Pouze v případě, že je servisní faktor < 1 vynásobí se katalogový krouticí moment tímto faktorem. Výsledný krouticí moment se kontroluje s vypočteným kroutícím momentem.

Hodnoty servisních faktorů viz. vstupní hodnoty.

Výpočet servisního faktoru podle vzorce uváděného v katalogu

$$S^* = S_{f1} \cdot S_{f2} \cdot S_{f3} \cdot S_{f4} = 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = \underline{\underline{1,3}} \quad (14)$$

Katalogový servisní faktor

$$S_f = \underline{\underline{1,3}} \quad (\text{Tab. 1: Pohon})$$

Servisní faktor vypočtený se shoduje se servisním faktorem uváděným v katalogu u příslušného pohonu.

Potřebný krouticí moment

$$Mk = \frac{P}{\omega_2} = \frac{25,575}{3,831} = \underline{\underline{6,676 [N \cdot m]}} \quad (15)$$

Skutečný krouticí moment na motoru $Mk_{SK} = 29 [N \cdot m]$ (Tab. 3: Vlastnosti pohonu), je vyšší než námi požadovaný, tedy vyhovuje.

Pevnostní výpočet na krut

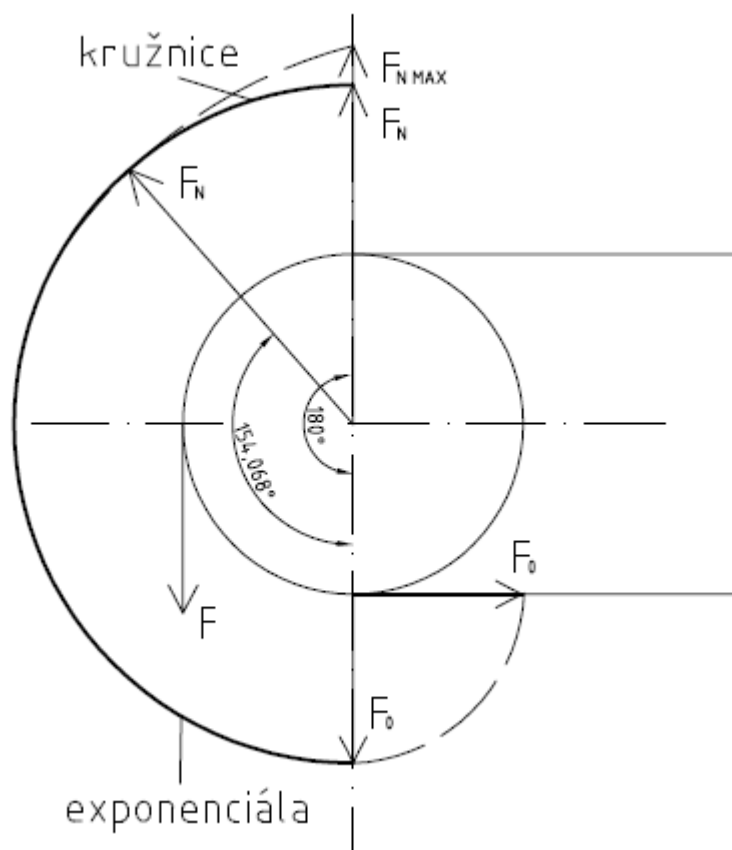
Hřídel bubnu $d=18\text{mm}$, materiál hřídele 11 368 (Ze strojnických tabulek $\tau_{DOV}=40 [\text{MPa}]$)

$$\tau = \frac{Mk}{Wk} \leq \tau_{DOV} \quad (16)$$

$$\tau = \frac{(Mk_{SK} \cdot 1000)}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{29 \cdot 1000}{\frac{\pi \cdot 18^3}{16}} = \underline{\underline{25,33 [\text{MPa}]}} \leq \underline{\underline{40 [\text{MPa}]}}$$

Pevnostně hřídel vyhovuje.

Výpočet sil na pásový dopravník



Obr. 3: Schéma působení sil

výkon elektromotoru $P=180[\text{W}]$, rychlost pásu $v_o = 10[\text{m/min}]$

geometrický úhel opásání $\alpha_g = 180[^\circ]$, součinitel tření pás-buben $\mu = 0,4[-]$, součinitel statické bezpečnosti proti prokluzu $k_s = 1,3[-]$ (hodnoty dodané firmou Haberkorn Ulmer).

Obvodová síla

$$P = \frac{F \cdot v_o}{\eta_c} \Rightarrow F = \frac{P_{\dot{R}} \cdot \eta_c}{v_o \cdot \frac{1}{60}} = \frac{P}{v_o} = \frac{180}{10 \cdot \frac{1}{60}} = \underline{\underline{1080\text{N}}} \quad (17)$$

Maximální přenosová schopnost dopravníku

$$k_s = \frac{F_{MAX}}{F} \Rightarrow F_{MAX} = F \cdot k_s = 1080 \cdot 1,3 = \underline{\underline{1404\text{N}}} \quad (18)$$

Obíhající síla

$$\frac{\pi}{180} \cdot 180^\circ = 3,14[\text{rad}]$$

$$F_o = \frac{F \cdot k_s}{e^{\mu \cdot \alpha_g} - 1} = \frac{1080 \cdot 1,3}{e^{0,4 \cdot 3,14} - 1} = \underline{\underline{559,062\text{N}}} \quad (19)$$

Nabíhající síla

$$F_N = F + F_o = 1080 + 559,062 = \underline{\underline{1639,062\text{N}}} \quad (20)$$

Maximální nabíhající síla

$$F_{NMAX} = F_{MAX} + F_o = 1080 \cdot 1,3 + 559,062 = \underline{\underline{1963,062N}} \quad (21)$$

Aktivní úhel opásání

$$\frac{F_N}{F_o} = e^{\eta \cdot \delta} \Rightarrow \delta \quad (22)$$

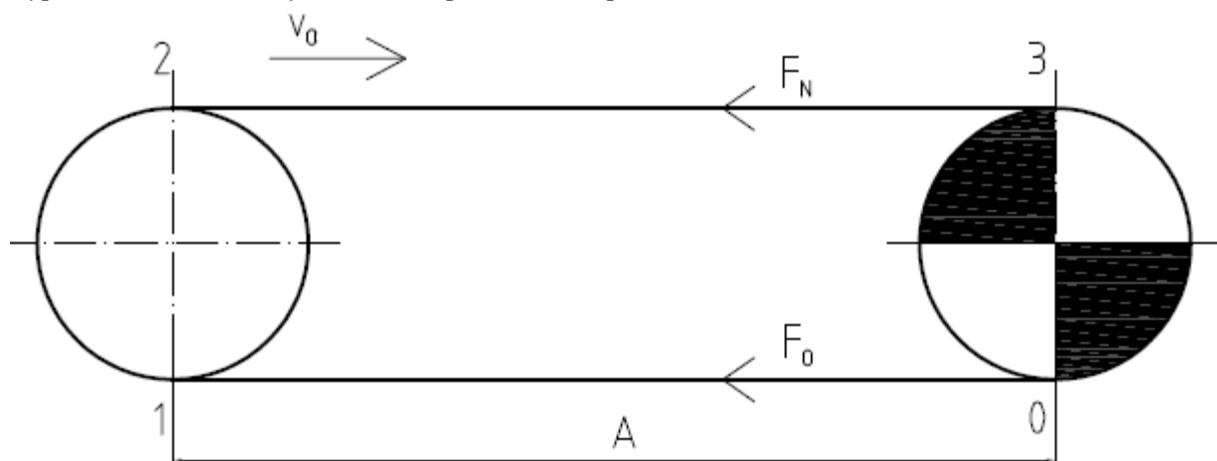
$$\delta = \frac{\ln \frac{F_N}{F_o}}{\mu} = \frac{\ln \frac{1639,062}{559,062}}{0,4} = 2,689[rad] = \underline{\underline{154,068[^\circ]}} \quad (23)$$

Pasivní úhel opásání

$$\alpha_g = \delta + \gamma \quad (24)$$

$$180 = 154,068 + \gamma \Rightarrow \gamma = \underline{\underline{25,932[^\circ]}}$$

Výpočet tahů v kritických místech pásového dopravníku



Obr. 4: Schéma dopravníku

hmotnost pásu $m_p = 1,4[kg \cdot m^{-1}]$, osová vzdálenost $A=3,413[mm]$, odporová síla $w=0,05[-]$, odpor pásu v ohybu pásu na bubnu a v ložiskách $F_B = (500 \div 1500)[N]$

Tahy v pásu

$$T_o = F_o \quad (25)$$

$$T_1 = F_o + m_p \cdot A \cdot g \cdot w = F_o + 1,4 \cdot 3,413 \cdot 9,81 \cdot 0,05 = F_o + 2,344 \quad (26)$$

$$T_2 = F_o + 2,344 + F_B = F_o + 2,344 + 500 = F_o + 502,344 \quad (27)$$

$$T_3 = F_o + 502,344 + (m_p + m_{pR}) \cdot A \cdot g \cdot w = F_o + 502,344 + (1,4 + 20) \cdot 3,413 \cdot 9,81 \cdot 0,05 = F_o + 538,169 \quad (28)$$

Z rovnice 19 víme, že obíhající síla má velikost $F_o=559,062[N]$, dosadíme jí a zjistíme tahy v pásu.

$$T_o = \underline{\underline{559,062[N]}}$$

$$T_1 = \underline{\underline{561,406[N]}}$$

$$T_2 = \underline{\underline{1061,406[N]}}$$

$$T_3 = \underline{\underline{1097,231[N]}}$$

Kontrola pásu proti přetržení

$\sigma_D = 12 \text{ [N/mm]}$ (Tab. 4: Vlastnosti pásu)

$$T_{MAX} = T_3 = 1097,231$$

$$T_{MAX} \cdot k_B \leq \sigma_D \cdot B_{PÁSU} \quad (29)$$

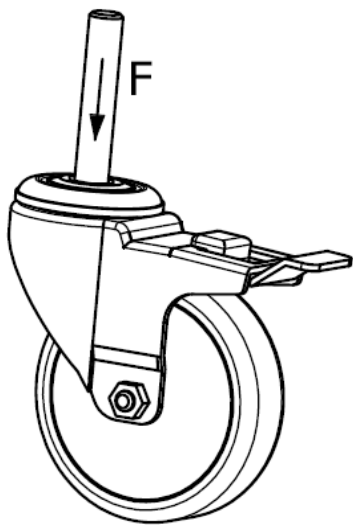
$$1097,231 \cdot k_B \leq 12 \cdot 1000 \Rightarrow k_B = \underline{\underline{10,94}}$$

Pás vyhovuje podmínice přetržení

Výpočet únosnosti koleček

Dovolené zatížení kolečka D75 podle katalogu firmy Haberkorn Ulmer s.r.o je 60kg/kolečko tj. $F_{MAX} = 588,6 \text{ [N/kolečko]}$.

Uvedená nosnost představuje maximální hodnoty v ideálních pracovních podmínkách při jízdě krokem (max. 4km/h) na hladké rovné dráze. Pokud podlaha není rovná, nebo je rozložení zátěže kolečka nerovnoměrné, zatížení se vypočítá podle následujícího vzorce :



Obr. 5: Kolečko D75

$$F = \frac{\text{Vlastní hmotnost přístroje} + \text{pritez}}{3} \cdot g \quad (30)$$

Hmotnost dopravníku : $m_D = 50 \text{ [kg]}$

Hmotnost otočného zařízení : $m_{OZ} = 18 \text{ [kg]}$

(výpočty hmotnosti pomocí programu Inventor 2008)

Hmotnost přítěže : $m_{PR} = 20 \text{ [kg/m]}$

Délka dopravníku : $L_D = 3,5 \text{ [m]}$

$$F = \frac{(m_D + m_{OZ}) + (L_D \cdot m_{PR})}{3} \cdot g$$

$$F = \frac{(50 + 18) + (3,5 \cdot 20)}{3} \cdot 9,81$$

$$F = 46 \cdot 9,81 = \underline{\underline{451,26 \text{ [N]}}}$$

$$F \leq F_{MAX} \quad 451,26 \leq 588,6 \quad \text{Vyhovuje}$$

Výstupní hodnoty			
pás			
	Rozměr pásu (mm)	7105 x 1000	
	Typ pásu	Ropanyl EM 8/2 0+02 Tmavě zelený M2 AS FG	
	Prodloužení pásu	21,315	mm
plech			
	Plech A	3,346	m2
	Výška ohybu plechu	0	mm
	úhel ohybu plechu	0	°
rám			
	Délka podélných profilů	3303	mm
	Délka příčných profilů	930	mm
	Počet příčných profilů	7	-
	Rozteč příčných profilů	543,8	mm
	Oboustranná lep.páska	26252	mm
	Výška podstavy	1000	mm
Ostatní			
	Podpěrný váleček	1	ks

Tab. 2 : Výstupní hodnoty

Pohon	
Rychlost pásu	10,11[m/min]
Skutečný krouticí moment	29,00[Nm]
Regulace rychlosti(m/min)	Bez FM
Rozsah regulace (Hz)	Bez FM
Potřebný výkon	0,025575[kw]
Typ frekvenčního měniče	Bez FM
Typ pohonu	Z 28558
Otáčky pohonu	37[u/min]
Mk pohonu	29[Nm]
Výkon pohonu	0,18[kW]
Servisní faktor pohonu	1,3
Potřebný servisní faktor	1,3

Tab. 3 : Vlastnosti pohonu

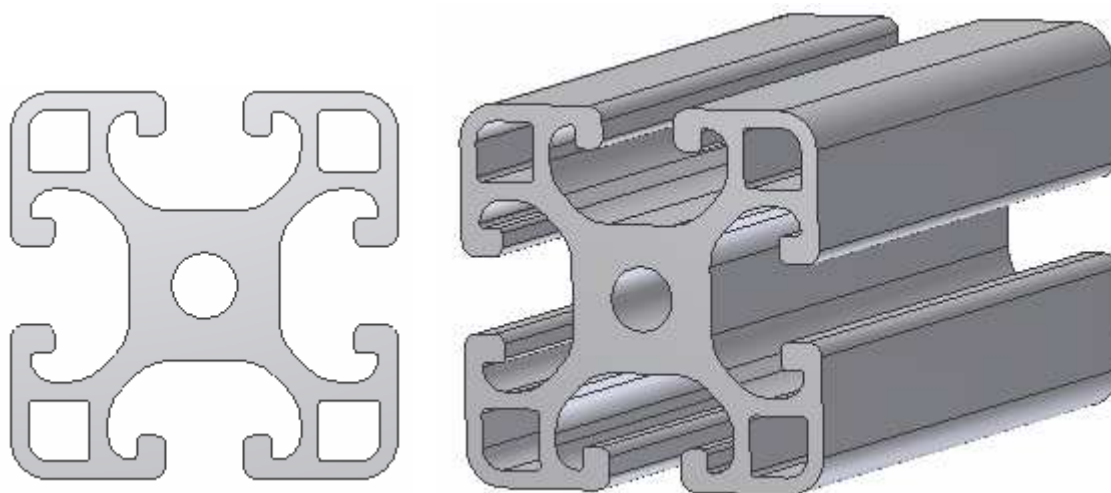
ROPANYL EM 8/2 0+02 TMAVĚ ZELENÝ M2 AS FG

Materiál pásu	
Povrch transportní strany	hladký
Materiál transportní vrstvy	PU
Transportní strana	neadhesivní
Materiál tažné vrstvy	polyester
Materiál spodní vrstvy	polyester
Povrch spodní vrstvy	tkanina
Možnosti unášení pásu	
Plochá, kluzná podložka	ano
Po válečkách	(ano)
V kluzném korýtku	ne
Poválečkách v korýtku	ne
Vybavení pásu	
Permanentně antistatický	ano
Potravinářský	(ano)
Příčná tuhost	ano
Technické údaje pásu	
Počet vrstev	2
Tloušťka	1,5mm
Hmotnost	1,4kg/m
Tloušťka transportní vrstvy	0,2mm
Tvrdost transportní vrstvy	93 Shore A
Maximální možná šířka	2000 mm
Standartně vyráběná šířka	2000 mm
Tažná síla na 1% protažení na jednotku šíře	8N/mm
Dovolená tažná síla na jednotku šíře	12N/mm
Přípustná teplota stálá	-30 až +90°C
Přípustná teplota krátkodobá	-30 až +110°C
Minimální průměry bubnů	
V normálním ohybu	15 mm
V negativním ohybu	50 mm
Způsob spojování	
Prstový spoj kolmý	ano
Prstový spoj šikmý	ano
Prstový spoj kolmý dvojité	ano
Prstový spoj šikmý dvojité	ano
Separovaný spoj šikmý, jednoduchý	ano
Separovaný spoj šikmý, dvojité	ne
Separovaný spoj šikmý, trojitý	ne
Šikmý, broušený	ne
Koeficienty tření	
Koeficient tření proti ocelovému bubnu	0,15
Koeficient tření proti ocelovému bubnu s protiskluzovým povrchem	0,35
Koeficient tření proti kluzné podložce s povrchovou úpravou plechu	0,2
Koeficient tření proti kluzné podložce z nerezového plechu	0,15
Koeficient tření proti kluzné podložce z tvrzeného plastu	0,25
Koeficient tření proti kluzné podložce z tvrdého dřeva	0,3

Tab. 4 : Vlastnosti pásu

3. Konstrukční úpravy dopravníku 80 CD

Konstrukční úpravy dopravníku budou provedeny pomocí normalizovaných komponent dodávanými firmou Haberkorn Ulmer s.r.o. Hlavní komponentou použitou v konstrukčním řešení je profil řady 8 40x40 lehký. Tyto profily z vytlačovaného hliníku jsou opatřeny drážkami, které umožňují používat spojovacích prvků a kromě toho mohou plnit ještě mnoho dalších funkcí. Používané hliníkové slitiny jsou odolné proti vlivu počasí a celé řadě chemikálií. Povrchy profilů jsou procesy zušlechťování trvale chráněny proti „škrábancům“ a vedle toho i proti korozi. Všechny profily jsou navrženy tak, aby dosahovaly maximální možné pevnosti ve vztahu k použitému materiálu. S vysoce pevnými profily lze čistě a rychle stavět libovolné konstrukce bez potřeby dalších povrchových úprav. Všechny profily jsou eloxovány.



Obr. 6 : Profil 8 40x40L

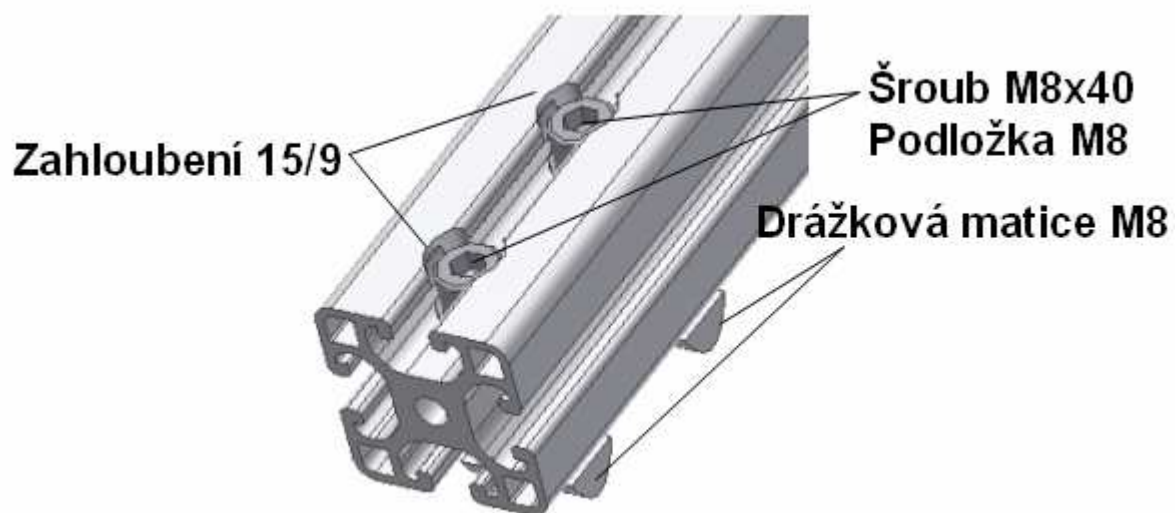
3.1 Technické údaje

Výtlačně lisovaný profil	
zkratka	Al Mg Si 0,5 F25
číslo materiálu	3.3206.72
stav	vytvrzený za tepla
Mechanické hodnoty (platí pouze ve směru lisování)	
Pevnost v tahu R_m	min. 245 N/mm^2
Mez průtažnosti $R_p 0,2$	min. 195 N/mm^2
Hustota	$2,7 \text{ kg/dm}^3$
Prodloužení při přetržení A_5	min 10%
Prodloužení při přetržení A_{10}	min. 8%
Koeficient lineární roztažnosti	$23,6 \times 10^{-6} 1/K$
Modul pružnosti v tahu E	cca 70.000 N/mm^2
Modul pružnosti ve smyku G	cca 25.000 N/mm^2
Tvrdost	cca 75 HB - 2,5/187,5

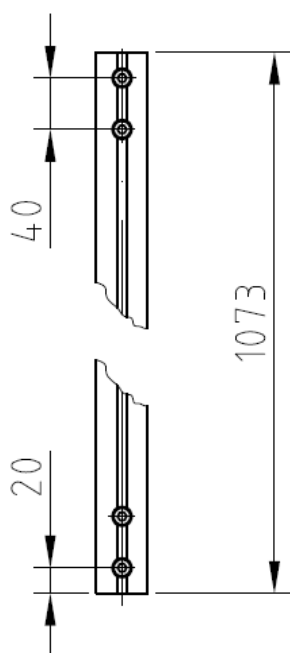
Tab. 5: Technické údaje profilu

3.2 Úprava dopravníku umožňující rychlé spojení s navazujícím dopravníkem linky

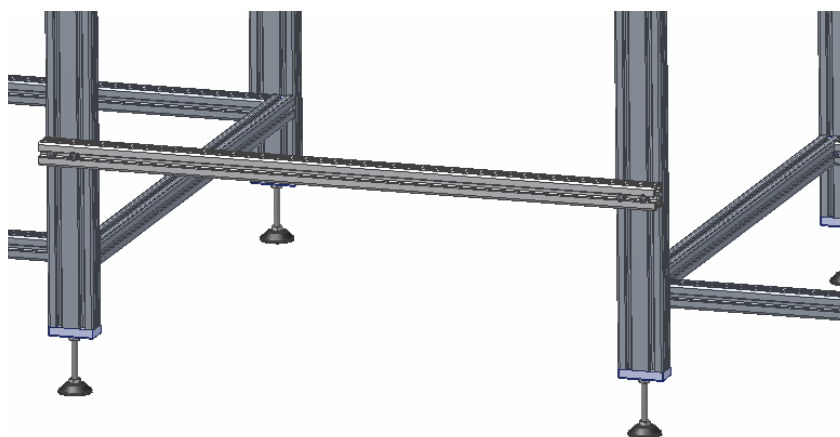
Toto spojení musí být snadno a rychle montovatelné, proto jsem volil spojení dopravníků linky pomocí konstrukčního profilu 8 40x40 lehký, délky 1073 [mm], který bude připevněn pomocí čtyř šroubů M8x40, podložek pro šroub M8 a čtyř drážkových matic M8 (viz. Obr. 7: Použité uchycení).



Obr. 7 : Použité uchycení



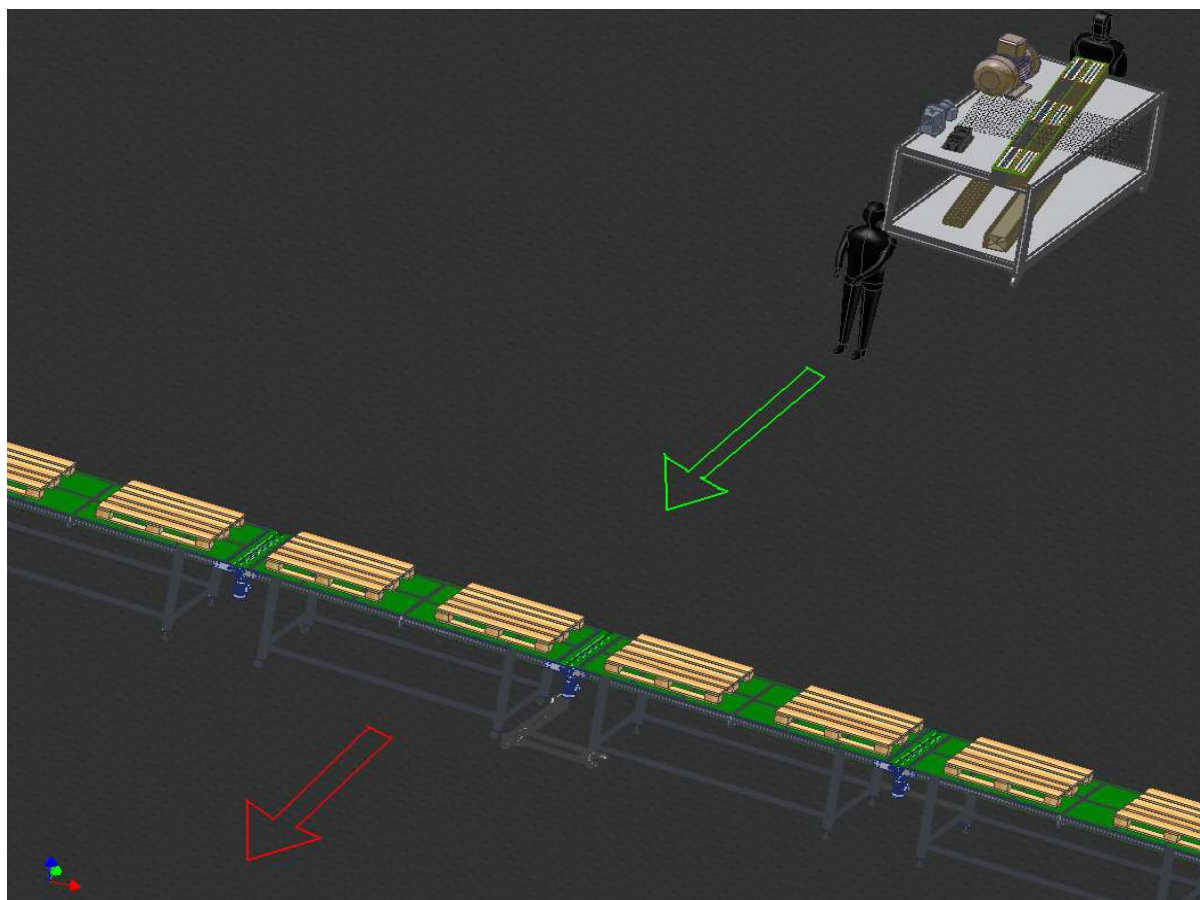
Obr. 8 : Pevné spojení



Obr. 9 : Uchycení dopravníků

3.3 Úprava umožňující otočení dopravníku

Toto konstrukční řešení umožní rozpojení dopravníku na jednom jeho konci a umožní dále jeho otočení o 90° okolo otočného bodu, který zůstane v otočném spojení s navazujícím dopravníkem na druhém konci. Řešení je nezbytné z důvodu průjezdu vozíky přes dlouhé linky (Obr. 10: Průjezd přes linku dopravníků).



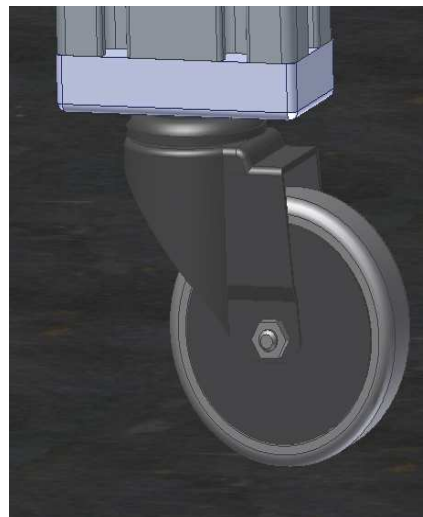
Obr. 10 : Průjezd přes linku dopravníků

3.3.1 Záměna nožek za kolečka

První úpravou je záměna nožek D60, M10x120 dopravníku za kolečka D 75 otočné a jedno kolečko D75 s brzdou ,abychom mohli dopravník vytáčet.



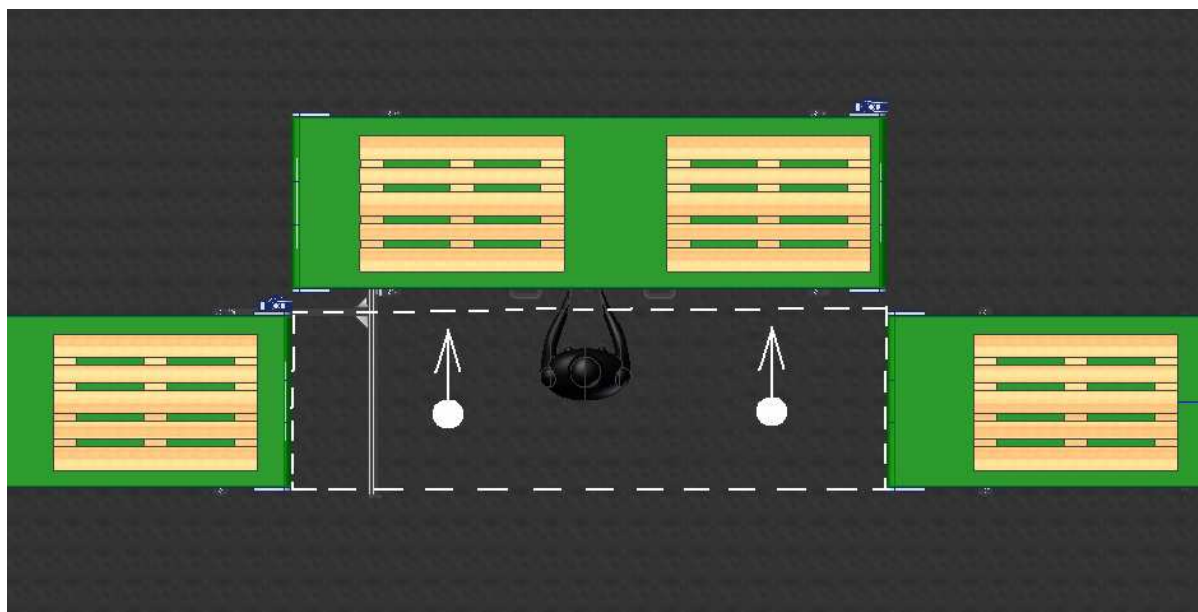
Obr. 11 : Nožka D60



Obr. 12 : Kolečko D75

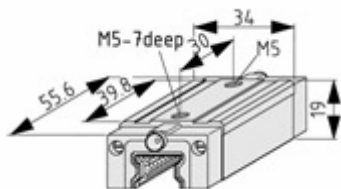
3.3.2 Zařízení pro vysunutí dopravníku

Abychom mohli dopravník vytočit o 90°, potřebujeme ho napřed vysunout ven z linky.

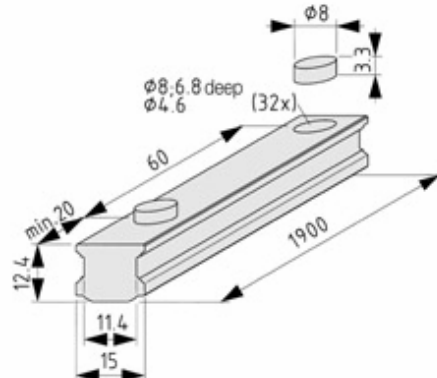


Obr. 13 : Vysunutí dopravníku

Tento posuv zajistí ložiskové vozíky PS 4-15, které jako vedení budou mít lineární pojezdovou kolejnici PS 4-15. Profilové lineární pojezdové kolejnice mají speciální připevňovací geometrii pro drážky profilu 8, proto je můžeme snadno přimontovat.



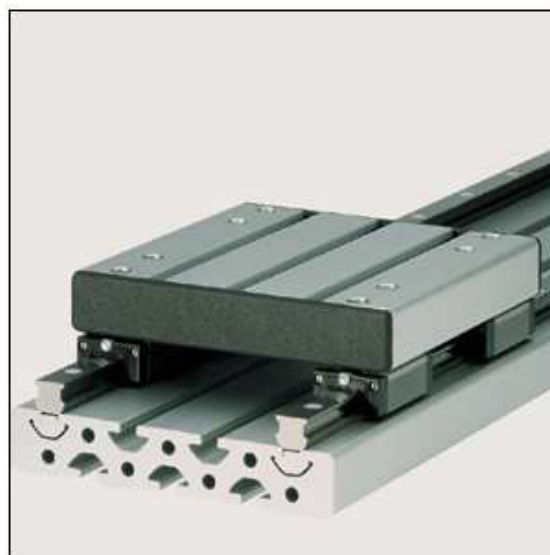
Obr. 14 : Ložiskový vozík PS 4-15



Obr. 15 : Pojezdová kolejnice PS 4-15

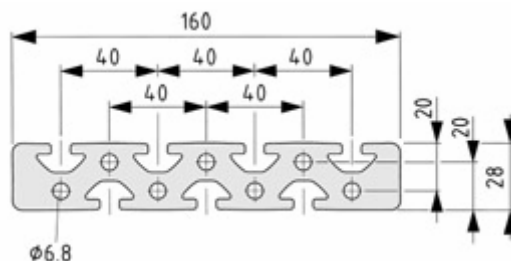


Obr. 16 : Způsob použití

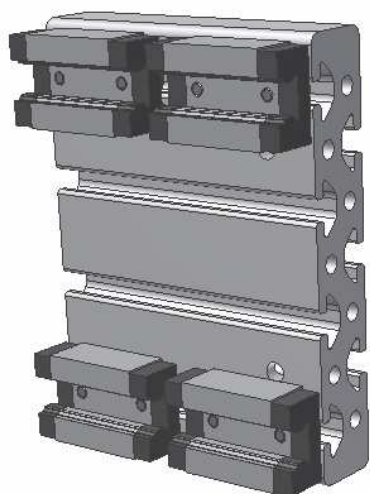


Obr. 17 : Použití dvou kolejníc

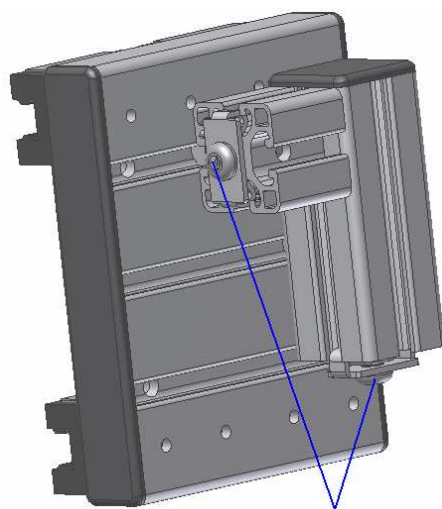
V mém případě jsem použil dvou pojezdových kolejníc a čtyř ložiskových vozíků (viz obrázek 17). Ložiskové vozíky jsem upevnil na profil 160x28 (Obr. 18: Profil 160x28), který slouží zároveň jako úchyt k otáčejícímu se dopravníku.



Obr. 18 : Profil 160x28

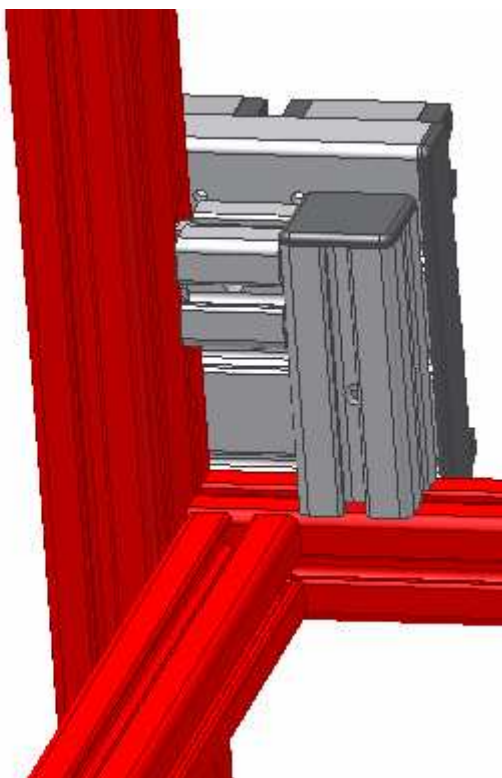


Obr. 19 : Schéma uchycení ložiskových vozíků



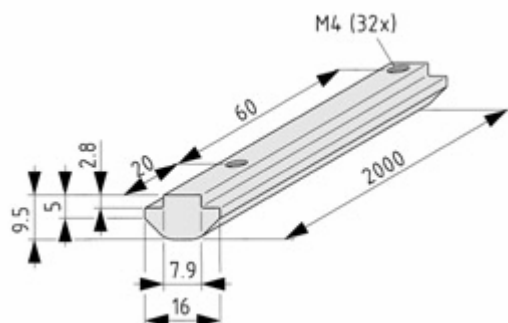
Úchyty

Obr. 20 : Úchyty na přichycení

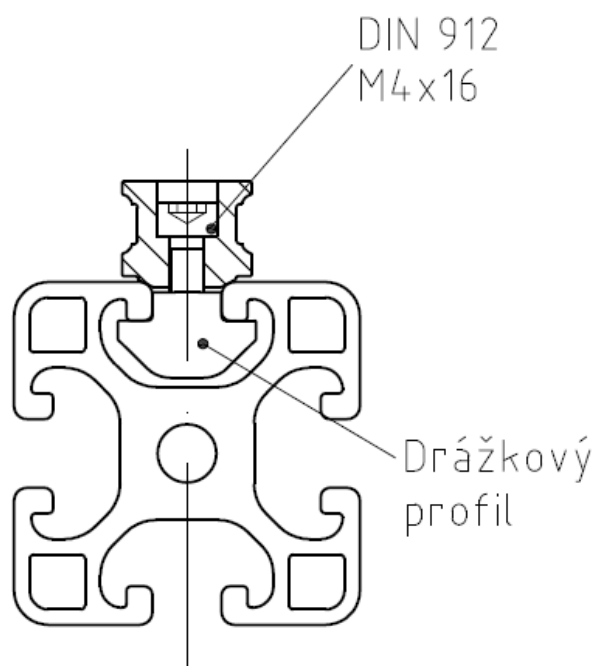


Obr. 21 : Uchycení k dopravníku

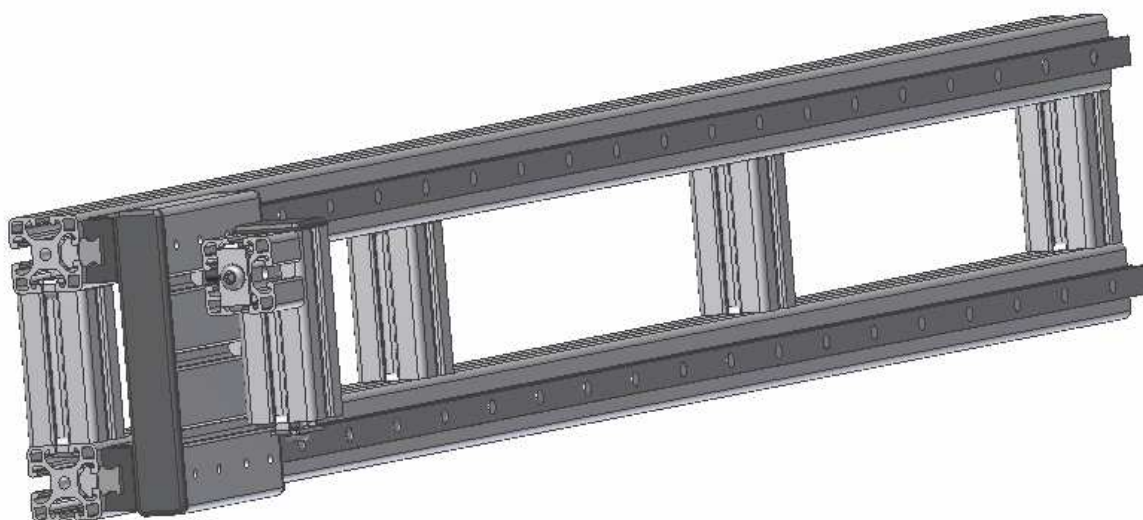
Lineární pojzdové kolejnice jsem připevnil pomocí drážkového profilu 8 Al M4-60 a šroubů DIN 912-M4x16 (Obr. 23: Uchycení lineární pojzdové kolejnice) k profilu 8 40x40 L délky 1294[mm].



Obr. 22 : Drážkový profil

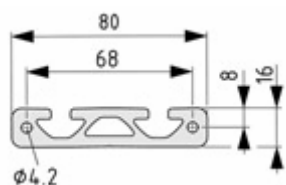


Obr. 23 : Uchycení lineární pojzdové kolejnice

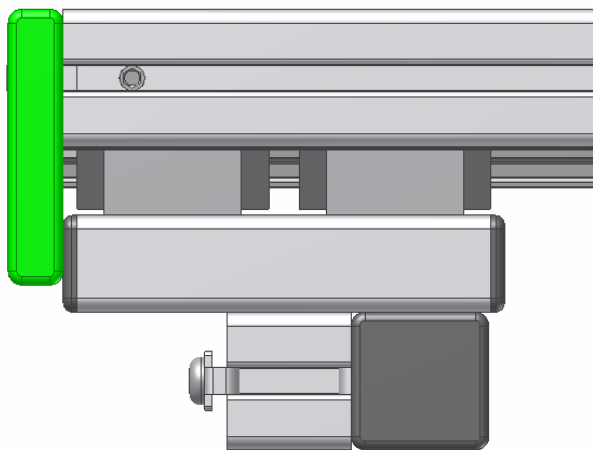


Obr. 24 : Zařízení pro vysunutí dopravníku

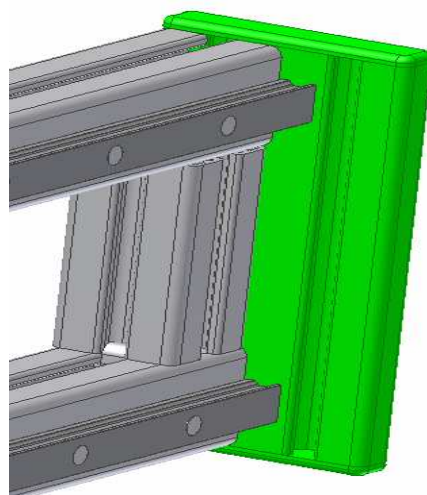
Aby nám nevyjely ložiskové domky z lineárních pojezdů, musíme použít dorazu. Jako doraz jsem si zvolil profil 80x16 (viz. Obr. 25: Profil 80x16).



Obr. 25 : Profil 80x16



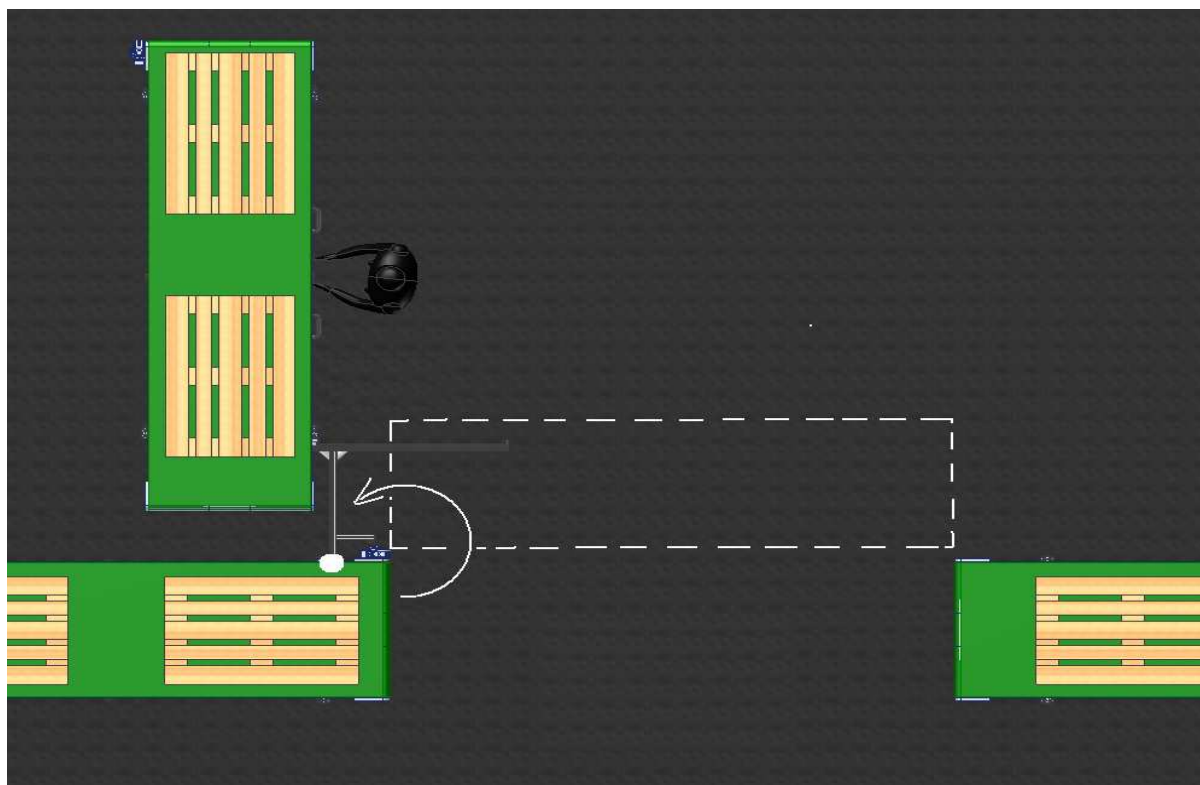
Obr. 26 : Použití dorazu 1



Obr. 27 : Použití dorazu 2

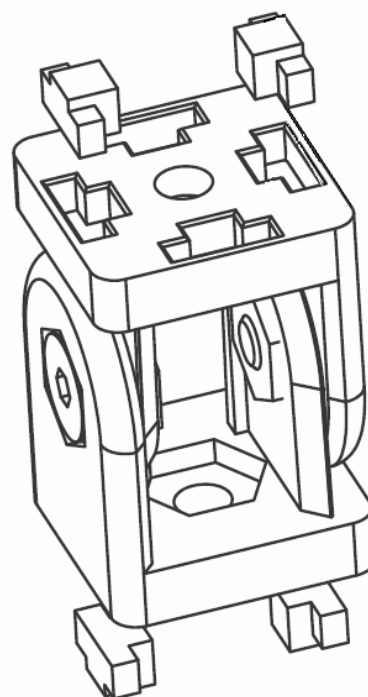
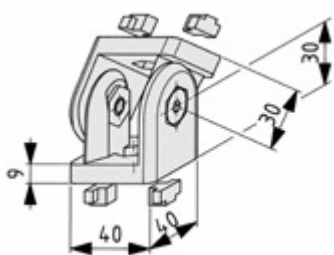
3.3.3 Zařízení pro vytočení dopravníku

Po vysunutí už můžeme dopravník vytočit o 90° .



Obr. 28 : Vytočení dopravníku o 90°

Toto otočení dopravníku nám zajišťuje dvojice kloubů 8 40x40.



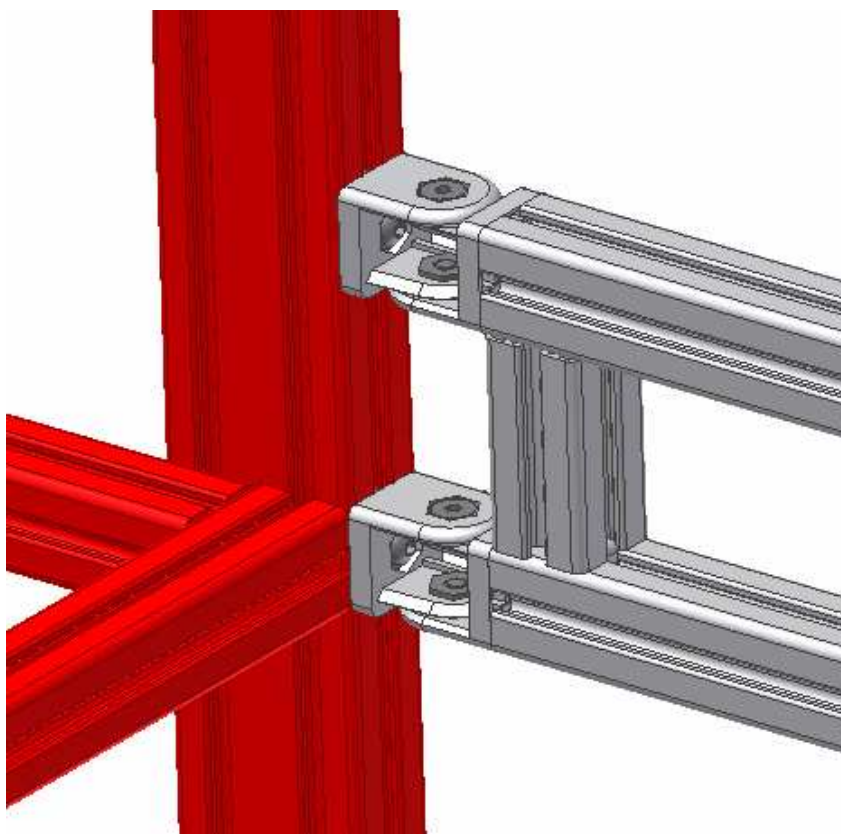
Obr. 29 : Kloub 8 40x40

Klouby slouží pro spojení profilů v libovolném úhlu v rozsahu 180°. Při ponechání rozpěrných kroužků lze panty použít jako volně pohyblivé, při odstranění distančních kroužků je můžeme použít jako těžké panty (rozsah přestavení $\pm 90^\circ$) např. jako rozpěry a v případě potřeby je lze také zakolíkovat.

Tyto klouby připevníme k otočnému zařízení, které se skládá z profilů 8 40x40L délky 775[mm].(Obr. 30: Otočné zařízení)



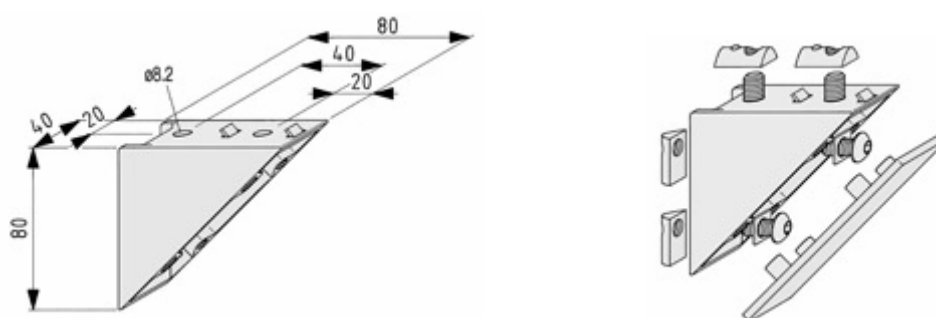
Obr. 30 : Otočné zařízení



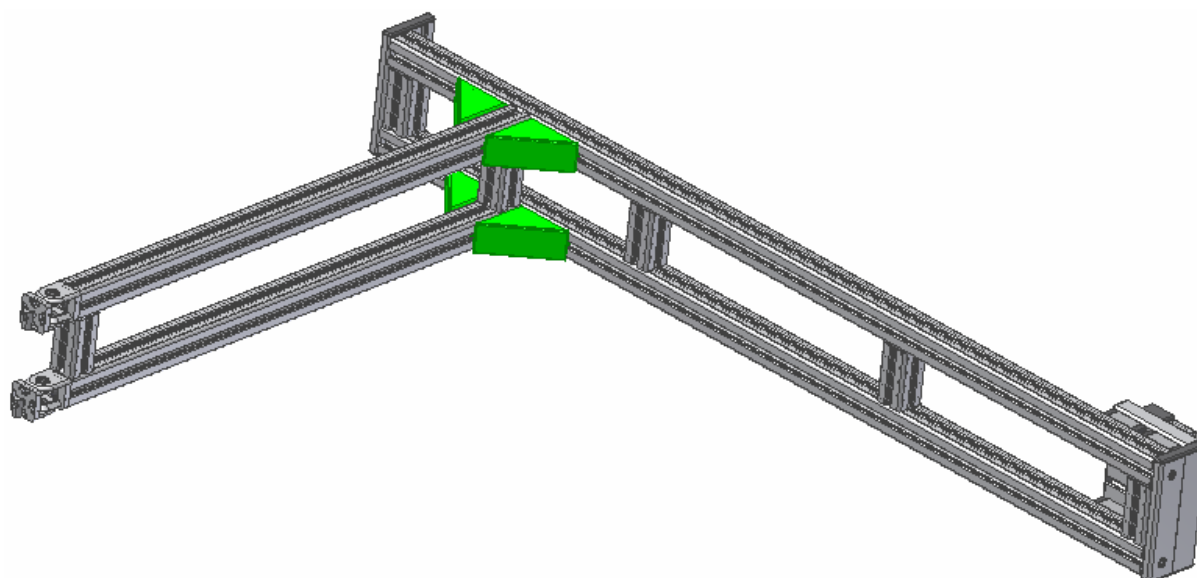
Obr. 31 : Uchycení otočného zařízení k dopravníku

3.3.4 Zkombinování posuvu a otáčení

Zařízení pro vysunutí dopravníku a zařízení pro vytočení dopravníku spojíme dohromady pomocí úhelníků Zn. Jsou to silová spojení profilů bez potřeby dalších úprav, která lze použít jako dodatečné vyztužení profilových spojů, nebo jako prvek pro upevnění libovolné komponenty na profil.



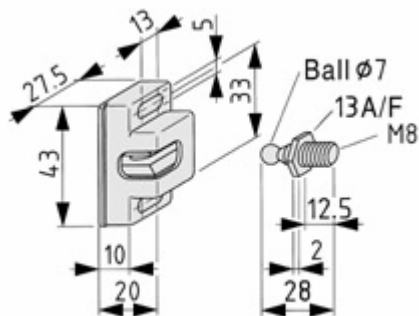
Obr. 32 : Úhelník Zn



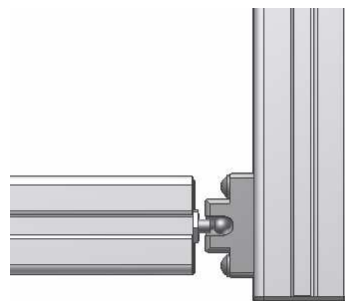
Obr. 33 : Otočné zařízení

3.3.5 Zamezení bočního vychýlení

Když dopravník vysouváme, potřebujeme aby se vysouval lineárně, bez bočního vychýlení. Abychom tento pohyb zajistili, použijeme kuličkovou západku, která zafixuje dopravník a zamezí jeho bočnímu vychýlení.

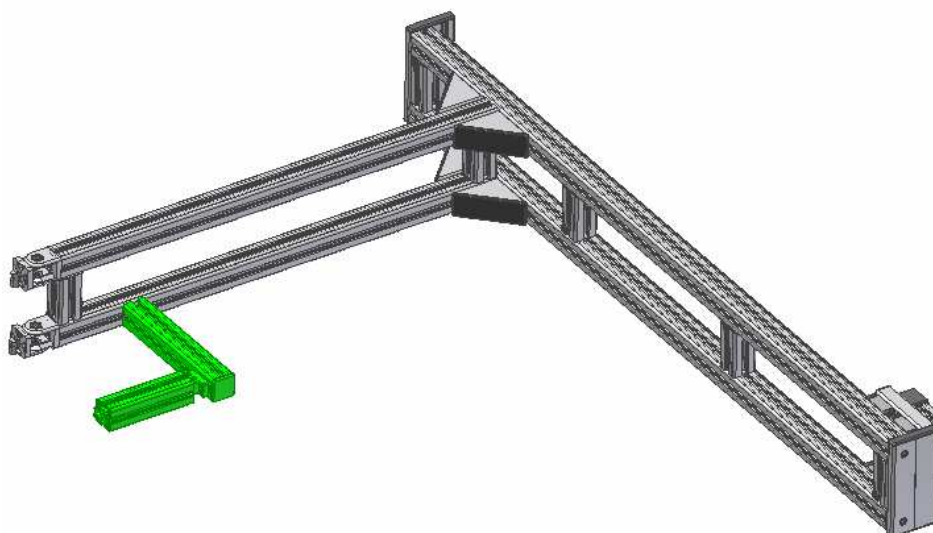


Obr. 34 : Kuličková západka

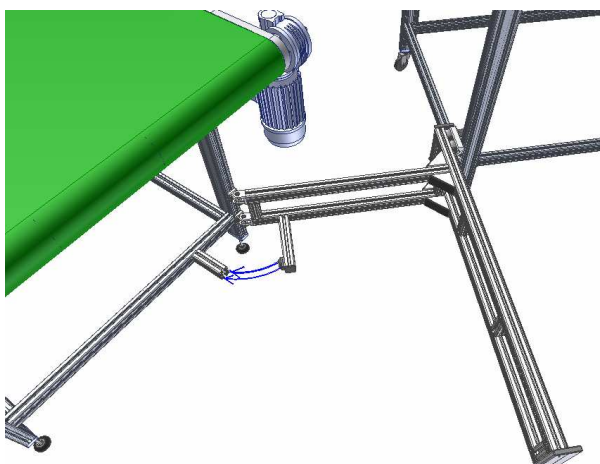


Obr. 35 : Princip použití kuličkové západky

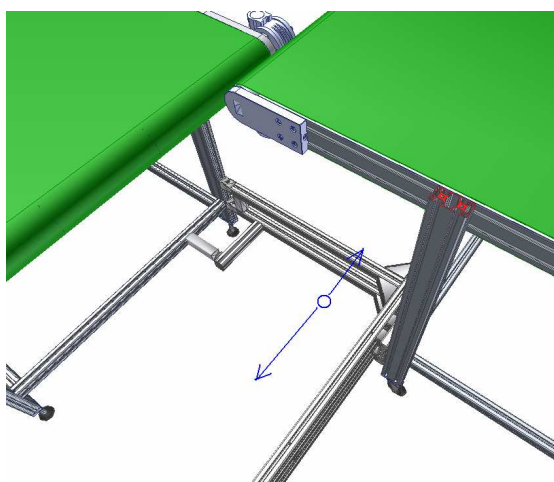
Kuličkové západky jsou v provedení odolném proti opotřebení a se zvýšenou přídržnou silou, která je rovna 75 N (což je pro tento případ dostačující). Připevnění k profilu se provádí pomocí dvou šroubů s válcovou hlavou DIN 912-M5 a podložkami DIN 125-5,3. Kuličkové západky se používají pro rychlozavírání posuvných a otočných dveří, nebo jako doraz u posuvných a otočných dveří. V mém případě je použita jako doraz, který zabrání bočnímu vyosení dopravníku. (Obr. 39 : Možné vychýlení při nepoužití kuličkové západky).



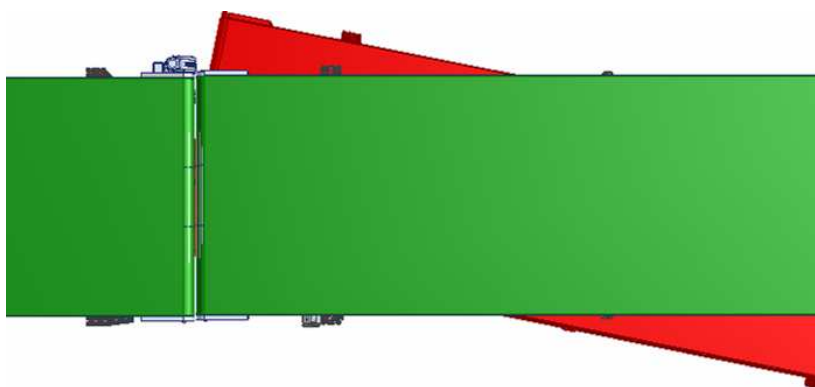
Obr. 36 : Aplikace kuličkové západky na otočné zařízení



Obr. 37 : Zapadnutí kuličkové západky



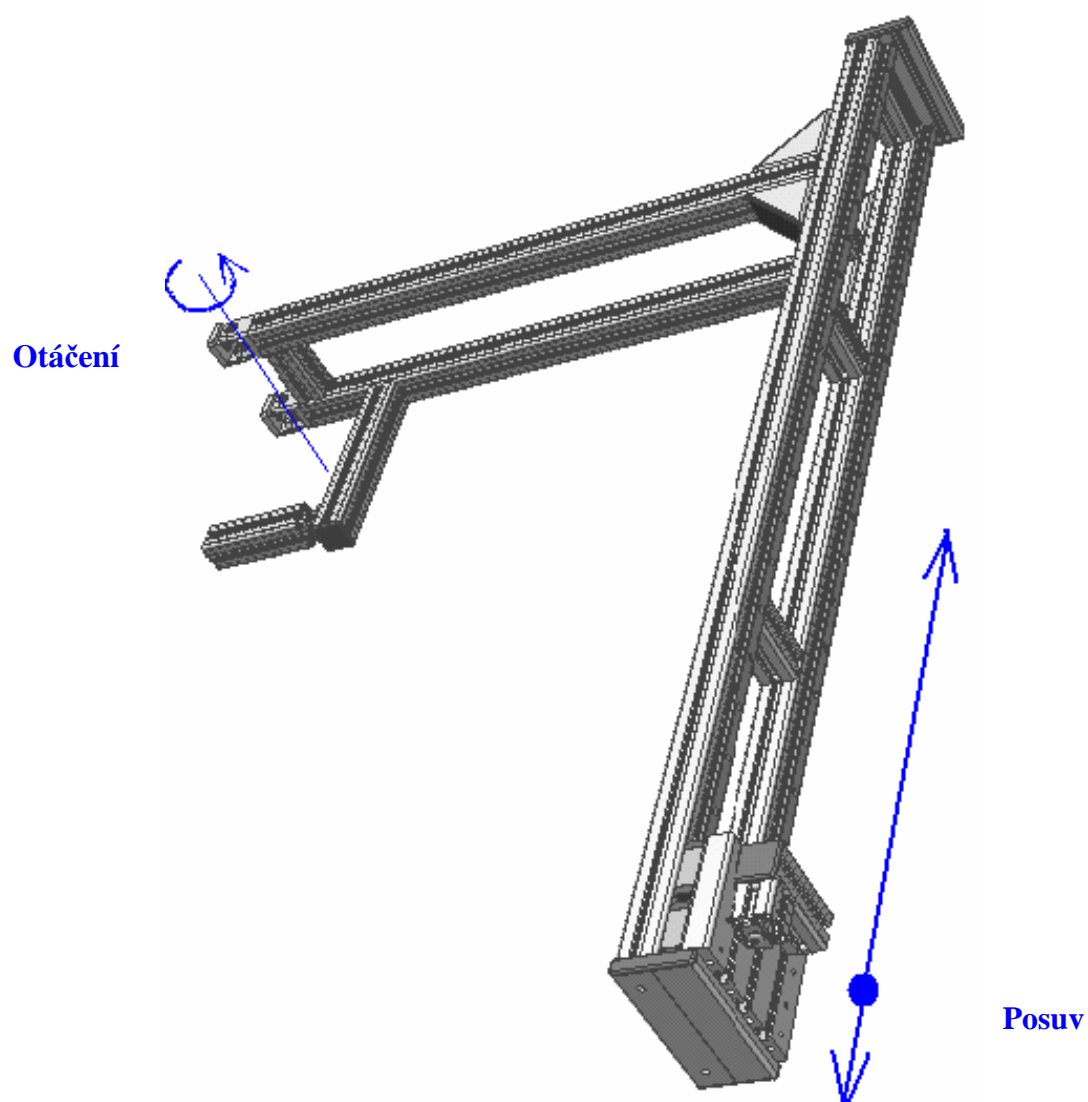
Obr. 38 :Lineární posuv dopravníku



Obr. 39 : Možné vychýlení při nepoužití kuličkové západky

3.3.6 Finální podoba otočného zařízení

Zařízení je nyní schopno konat jak posuvný, tak i otočný pohyb. Je tedy připraveno k použití v praxi.



Obr. 40 : Finální podoba otočného zařízení

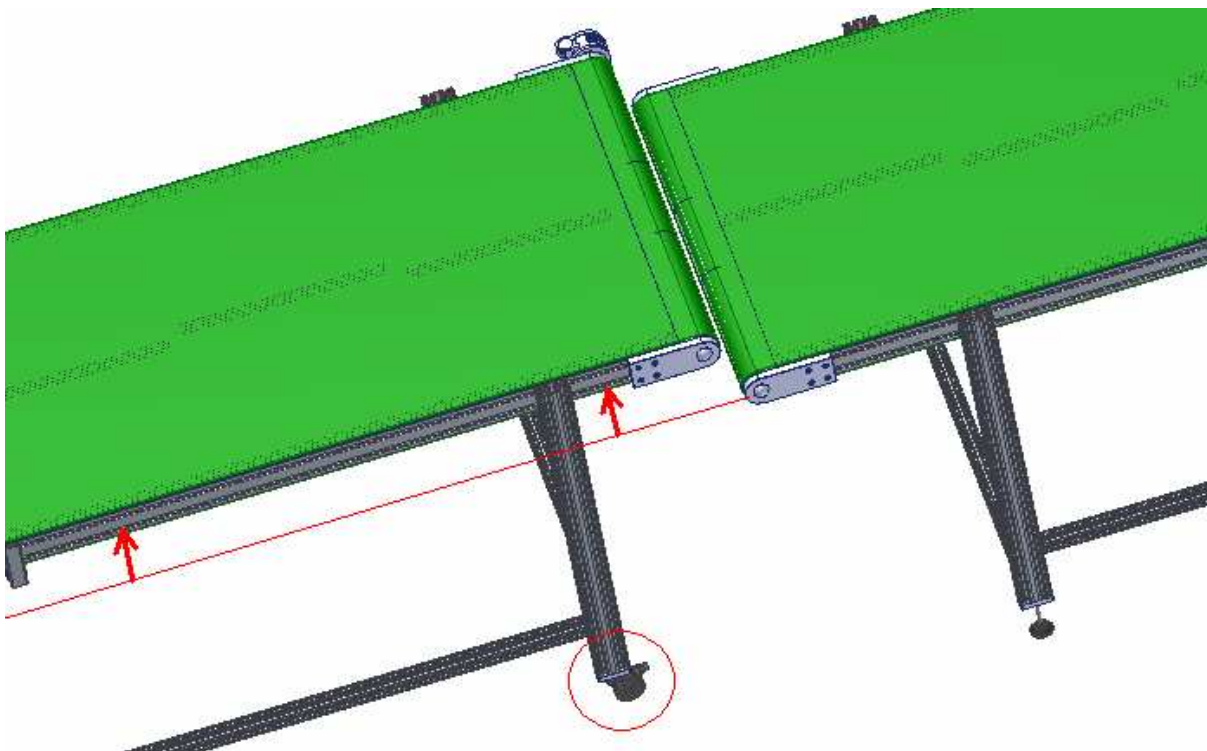
3.3.7 Rozpojení dopravníku

Rozpojení dopravníku na jeho druhém konci jsem vyřešil pomocí kolečka N75 s dvojitou brzdou. Kola volíme s ohledem na velikost nožek dopravníku 80 CD, abychom zajistili stejnou výšku upravovaného dopravníku. Proto volím kolečka typu D75 otočné.



Obr. 41 : Kolečko N75

Zabržděním kolečka zamezíme vyosení otočného dopravníku z linky. (Obr. 42: Vyosení dopravníku)

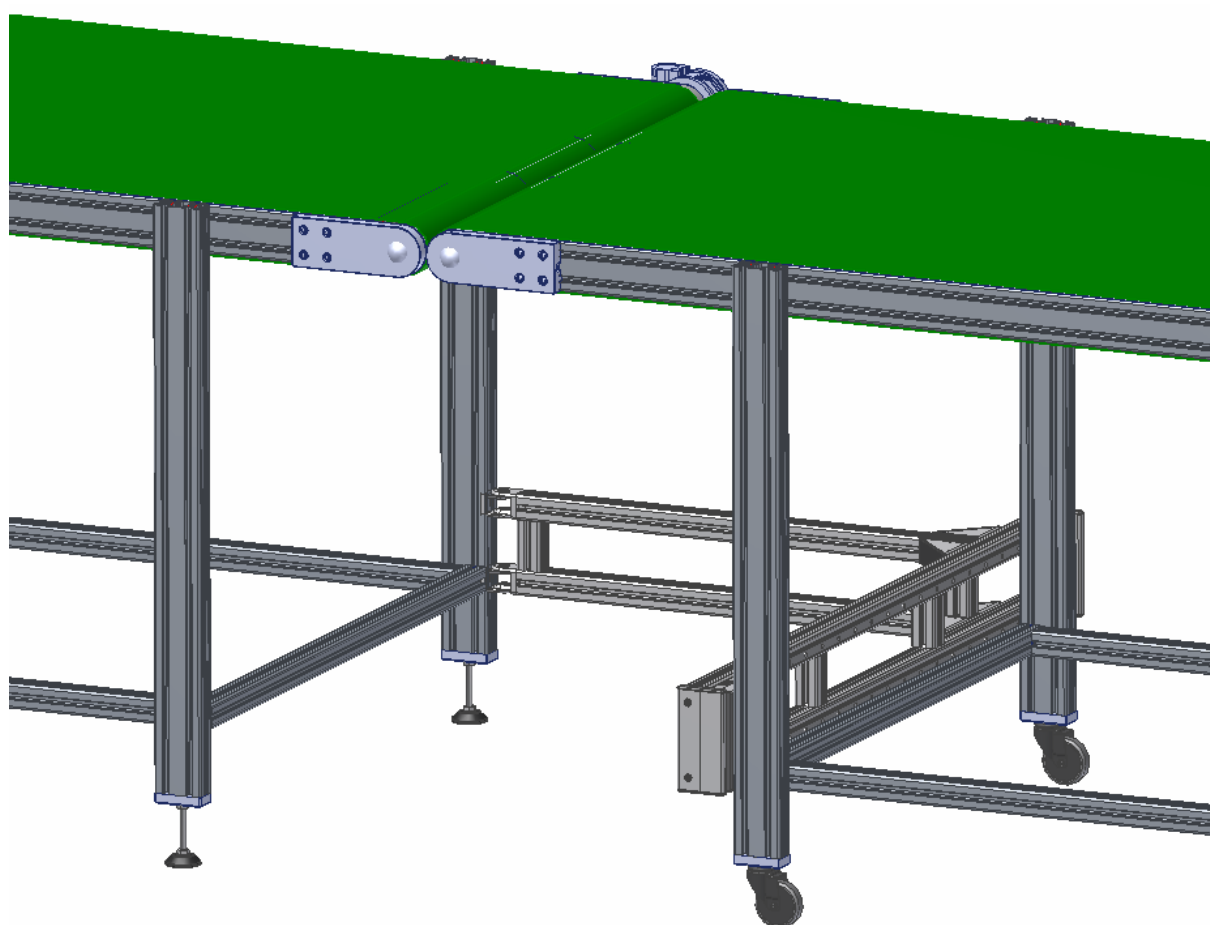


Obr. 42 : Vyosení dopravníku

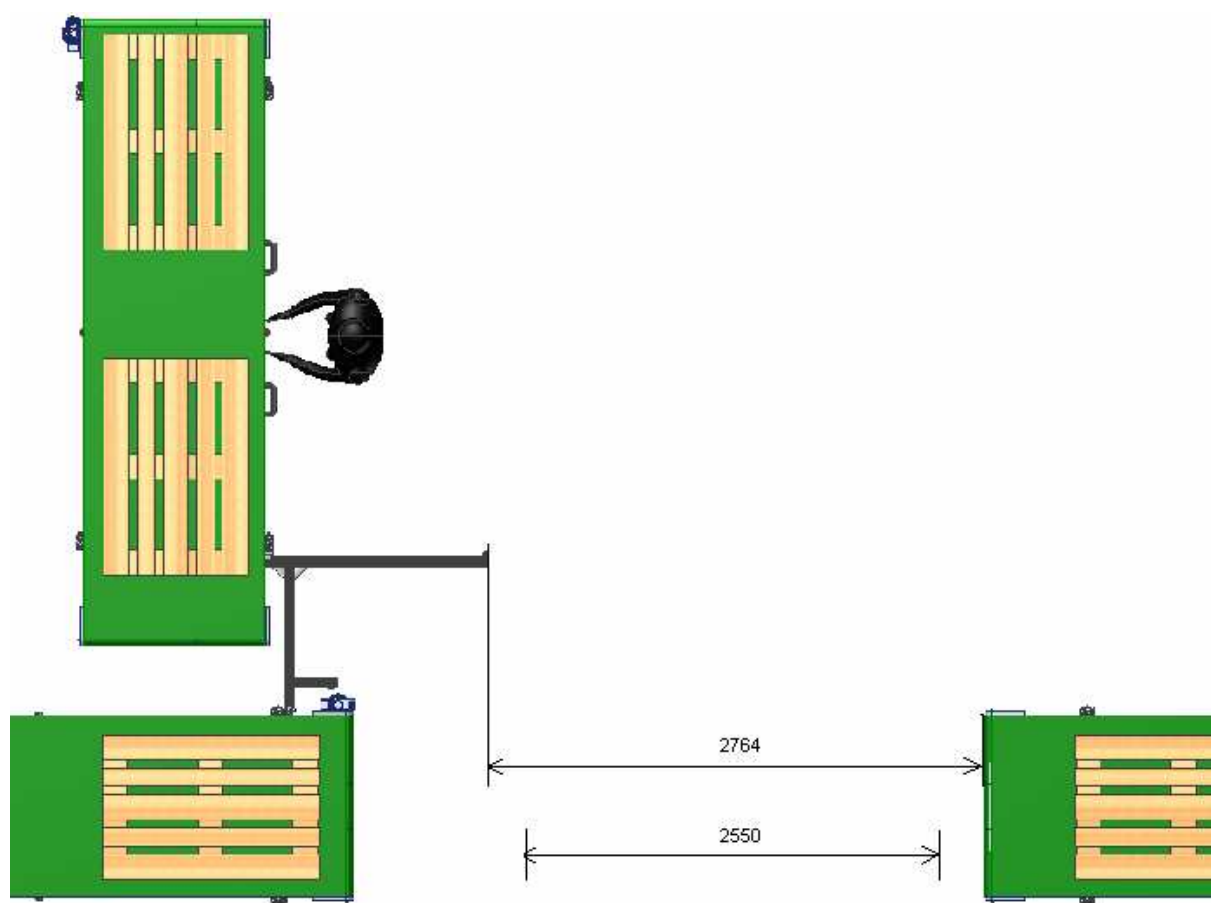
Kdyby přece jenom došlo k vyosení dopravníku (to se může stát například velkou rázovou silou do boku dopravníku) dalo by se toto vyosení velmi snadno opravit a to odbržděním kolečka, zasunutím dopravníku do požadované polohy a zabržděním kolečka. Vyosení dopravníku je pouhým okem viditelné, takže při nechtěném naražení do dopravníku si můžeme zkontrolovat správnou polohu dopravníku, případně jí opravit.

4. Aplikace otočného zařízení na dopravník

Otočné zařízení se dá aplikovat opakovaně v různých místech linky. Jeho zavedení do dlouhých linek výrazně zkracuje logistické trasy. Jeho použití je rychle, spolehlivé a obsluhu zvládne i nekvalifikovaný personál. Maximální průjezdová šířka vozíku je rovna 2764[mm], tato hodnota je snížena s ohledem na bezpečný průjezd vozíku mezi dopravníky, aniž by došlo ke kontaktu, na bezpečnou průjezdovou šířku rovnu 2550[mm].(Obrázek 44: Průjezdová šířka vozíku).



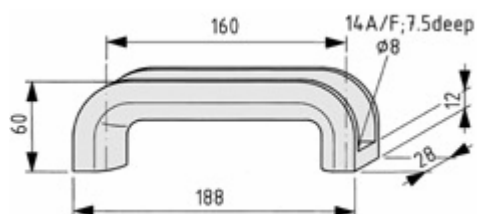
Obr. 43 : Aplikace otočného zařízení na dopravník



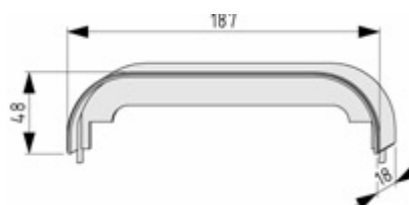
Obr. 44: Průjezdová šířka vozíku

4.1 Usnadnění manipulace s dopravníkem

Aby se lépe manipulovalo s dopravníkem (vysouvání, vytáčení) použijeme jako úchyty k manipulaci dvojici model PA 160. Z hlediska vzhledu i obslužnosti je vhodné madla zakrytkovat.



Obr. 45 : Madlo PA 160



Obr. 46 : Krytka madla

5. Přehled použitého spojení komponent

Při montáži otočného zařízení jsou použity spoje pomocí šroubu a matice, standardní spoje a spoje pomocí drážkové matice. Standardní spoje a spoje pomocí drážkové matice jsou spoje specifické pro montáž hliníkových profilů, které pro uchycení využívají drážky profilu.

5.1 Standardní spoje

Jsou to pravoúhlé a silové spoje profilů s vyšší pevností při minimální potřebě úprav. Plech standardního spoje slouží k optimálnímu vedení sil a zajišťuje zafixování profilu ve správné poloze.

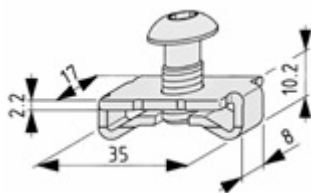
Abychom mohli profily spojit pomocí standardního spoje, musíme napřed nařezat závit M8x16 do jednoho profilu (Obr. 47 : Nařezaný závit M8x16), poté nasuneme druhý profil, do kterého jsme předtím navrtali průchozí díru průměru 7,5[mm], a dotáhneme oba profily k sobě.



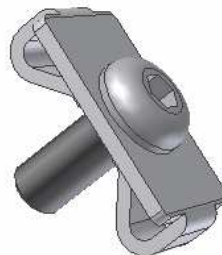
Obr. 47 : Nařezaný závit M8x16



Obr. 48 : Nasunutí standardního spoje

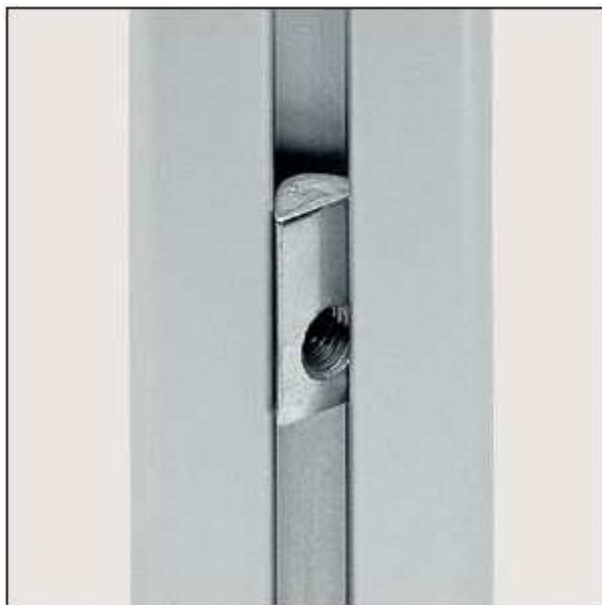


Obr. 49 : Standardní spoj

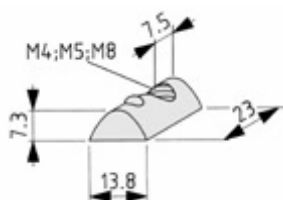


5.2 Spoj pomocí drážkové matice

Drážkové matice St slouží pro upevňování těžkých konstrukčních dílů, např. pro použití ve spojovací technice. Drážkové matice St mají navíc pojistný kolíček, který centruje drážkovou matici v drážce profilu. Takto je účinně zabráněno nechtěnému vyvleknutí drážkové matice z drážky.



Obr. 50 : Vložení matice do drážky



Obr. 51 : Drážková matice

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout dvě konstrukční úpravy pásového dopravníku 80 CD firmy Haberkorn Ulmer s.r.o.

Prvním cílem bylo navrhnout konstrukční úpravy pásového dopravníku 80CD, firmy Haberkorn Ulmer s.r.o, tak aby umožňovala jeho řazení do výrobní linky rychlým spojením s navazujícími dopravníky. Tuto konstrukční úpravu jsem vyřešil pomocí profilu 8 40x40 délky 1073 [mm]. Tento profil bude umožňovat pevné spojení dvou navazujících dopravníků pomocí čtyř šroubů M8x40 (na každé straně 2) a čtyř drážkových matic M8. Toto spojení je mobilní, dá se snadno montovat i demontovat a dá se nastavit na libovolnou výšku přichycení k dopravníku.

Druhým cílem bylo navrhnout konstrukční řešení, které umožní rozpojení dopravníku v lince na jednom jeho konci a umožní dále jeho otočení o 90° okolo otočného bodu, který zůstane v otočném spojení s navazujícím dopravníkem na druhém konci. Toto řešení je nezbytné z důvodu průjezdu vozíky přes dlouhé linky. Spojení musí být snadno a rychle ovladatelné. Navrhnout takové řešení nebylo zdaleka tak lehké jako na první pohled vypadá, provedl jsem celou řadu jiných řešení, například výsuvné zařízení dopravníku zhotovit pomocí lineárních kulatin, od tohoto řešení jsem upustil, protože kulatiny jsou náchylné vůči rázům, jejich styková plocha je velmi malá. Dále jsem chtěl použít zvedací zařízení firmy Ergoswiss, které by nahradilo manuální vysouvání dopravníku, toto řešení by bylo sice velmi efektivní, ale v tomto případě zbytečným luxusem. Nejlepším se ukázalo řešení, které je prezentováno v bakalářské práci, jedná o konstrukční řešení které využívá k vysouvání lineárních pojezdových kolejnic PS 4-15 a ložiskových domků, a jako otočný mechanismus panty 8 40x40. Toto řešení je velmi spolehlivé, bezporuchové a moderní. Nebyl jsem omezen cenou proto jsem si mohl dovolit zvolit dražší komponenty, kterými jsou především pojezdy a ložiskové domky. Přesto jsou výsledné náklady rozumné. Použitý návrh je možno aplikovat opakovaně v různých místech linky. Jeho zavedení do dlouhých linek významně zkracuje logistické trasy. Jeho použití je rychlé, spolehlivé a obsluhu zvládne i nekvalifikovaný personál.

7. Použitá literatura

- [1] FRIES, J. Konstrukční řešení bubnů pásových dopravníků a jejich výpočet. VŠB-TU Ostrava, 2003, ISBN 80-248-0484-0.
- [2] NĚMČEK, M. Řešené příklady z ČaMS Spoje. Druhé vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1782-8.
- [3] Jan Leinveber, Pavel Vávra – Strojnické tabulky, r.v. 2003
- [4] Katalog firmy Haberkorn Ulmer s.r.o. ITEM-MB Building Kit System, r.v. 2007.
<http://www.item-cad.com/>
- [5] Květoslav Kaláb, Části a mechanismy strojů pro bakaláře-Části spojovací, VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1290-8